



Attorney's Docket No. 046190/269231

PATENT

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re: Serras et al. Confirmation No.:  
Appl. No.: 10/663,594  
Filed: 09/16/2003  
For: THERMOELECTRIC GENERATOR AND METHODS FOR THE  
PRODUCTION THEREOF

Commissioner for Patents  
P. O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

**SUBMITTAL OF PRIORITY DOCUMENT**

To complete the requirements of 35 U.S.C. § 119, enclosed is a certified copy of France priority Application No. 0103719, filed 03/16/2001.

Respectfully submitted,

Raymond O. Linker, Jr.  
Registration No. 26,419

**Customer No. 00826**  
**Alston & Bird LLP**  
Bank of America Plaza  
101 South Tryon Street, Suite 4000  
Charlotte, NC 28280-4000  
Tel Charlotte Office (704) 444-1000  
Fax Charlotte Office (704) 444-1111  
CLT01/4616594v1

**CERTIFICATE OF MAILING**

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, P. O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450, on October 27, 2003.

Janet F. Sherrill





# BREVET D'INVENTION

## CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

### COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 01 OCT. 2003

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIETE  
INDUSTRIELLE

SIEGE  
26 bis, rue de Saint Petersbourg  
75800 PARIS cedex 08  
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04  
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23  
[www.inpi.fr](http://www.inpi.fr)



**BREVET D'INVENTION  
CERTIFICAT D'UTILITÉ**

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

  
N° 11354\*01

**REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 1/2**

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 540 W /260899

<p>REMISSION DES PIÈCES DATE LIEU <i>99 16.03.01</i></p> <p>N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI <b>0103719</b></p> <p>DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI <b>16 MARS 2001</b></p> <p>Vos références pour ce dossier ( facultatif) <b>SD/SERRASIFP4</b></p>		<p>Réserve à l'INPI</p> <p><b>1</b> NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE</p> <p><b>CABINET MARTINET &amp; LAPOUX</b> <b>43 Boulevard Vauban</b> <b>BP 405 GUYANCOURT</b> <b>78055 ST QUENTIN YVELINES CEDEX</b></p>
<p>Confirmation d'un dépôt par télécopie <input checked="" type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie <b>J67</b></p>		
<p><b>2</b> NATURE DE LA DEMANDE</p> <p>Demande de brevet <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Demande de certificat d'utilité <input type="checkbox"/></p> <p>Demande divisionnaire <input type="checkbox"/></p> <p><i>Demande de brevet initiale</i> <i>ou demande de certificat d'utilité initiale</i></p> <p>Transformation d'une demande de brevet européen <i>Demande de brevet initiale</i> <input type="checkbox"/></p>		<p>Cochez l'une des 4 cases suivantes</p> <p>N° Date / /</p> <p>N° Date / /</p> <p>N° Date / /</p>
<p><b>3</b> TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)</p> <p><b>Générateur thermoélectrique à semi-conducteurs et ses procédés de fabrication</b></p>		
<p><b>4</b> DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE</p>		<p>Pays ou organisation Date / / N°</p> <p>Pays ou organisation Date / / N°</p> <p>Pays ou organisation Date / / N°</p> <p><input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé « Suite »</p>
<p><b>5</b> DEMANDEUR</p> <p>Nom ou dénomination sociale</p>		<p><input checked="" type="checkbox"/> S'il y a d'autres demandeurs, cochez la case et utilisez l'imprimé « Suite »</p> <p><b>SERRAS</b></p>
<p>Prénoms</p>		<b>Edouard</b>
<p>Forme juridique</p>		
<p>N° SIREN</p>		
<p>Code APE-NAF</p>		
Adresse	Rue	<b>38 bis Boulevard d'Argenson</b>
	Code postal et ville	<b>92200 NEUILLY SUR SEINE</b>
<p>Pays</p>		<b>FRANCE</b>
<p>Nationalité</p>		<b>Française</b>
<p>N° de téléphone ( facultatif)</p>		
<p>N° de télécopie ( facultatif)</p>		
<p>Adresse électronique ( facultatif)</p>		

**BREVET D'INVENTION**  
**CERTIFICAT D'UTILITÉ**

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 2/2

REMISE DES PIÈCES	Réervé à l'INPI
DATE	16.03.01
LIEU	99
N° D'ENREGISTREMENT	0103719
NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI	

DB 540 W /260899

<b>6 MANDATAIRE</b>	
Nom <b>RAMEY</b>	
Prénom <b>Daniel</b>	
Cabinet ou Société <b>Cabinet MARTINET &amp; LAPOUX</b>	
N °de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel	
Adresse	Rue <b>43 Boulevard Vauban</b> <b>BP 405 GUYANCOURT</b>
	Code postal et ville <b>78055 ST QUENTIN YVELINES CEDEX</b>
N° de téléphone (facultatif) <b>01.30.64.90.09</b>	
N° de télécopie (facultatif) <b>01.30.64.90.02</b>	
Adresse électronique (facultatif) <b>Martinet@wanadoo.fr</b>	
<b>7 INVENTEUR (S)</b>	
Les inventeurs sont les demandeurs <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non <b>Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur(s) séparée</b>	
<b>8 RAPPORT DE RECHERCHE</b>	
Etablissement immédiat ou établissement différé <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Paiement échelonné de la redevance	
<b>9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES</b>	
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes <b>1</b>	
<b>10 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE</b> (Nom et qualité du signataire)	
 <b>Daniel RAMEY</b> <b>Mandataire</b> <b>(CPI-92-1208)</b>	
<b>VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI</b>	
 <b>DANIEL MARTIN</b>	



INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE  
26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08  
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54

## BREVET D'INVENTION

## CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

cerfa  
N° 11354\*01

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE  
Page suite N°. 1. / 1.

REMISE DES PIÈCES		Réserve à l'INPI
DATE	16.03.01	
LIEU	99	
N° D'ENREGISTREMENT		
NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI		
0103719		

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 829 W /260899

Vos références pour ce dossier (facultatif)		SD/SERRASIFP4
<b>4 DECLARATION DE PRIORITÉ</b> <b>OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE</b> <b>LA DATE DE DÉPÔT D'UNE</b> <b>DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE</b>		
Pays ou organisation Date / / N° Pays ou organisation Date / / N° Pays ou organisation Date / / N°		
<b>5 DEMANDEUR</b>		
Nom ou dénomination sociale		
INSTITUT FRANCAIS DU PETROLE		
Prénoms		
Forme juridique		
N° SIREN		
Code APE-NAF		
Adresse	Rue	1 et 4, avenue de Bois-Préau
	Code postal et ville	92852 Rueil-Malmaison Cedex
Pays		
FRANCE		
Nationalité		
Française		
N° de téléphone (facultatif)		
N° de télécopie (facultatif)		
Adresse électronique (facultatif)		
<b>5 DEMANDEUR</b>		
Nom ou dénomination sociale		
Prénoms		
Forme juridique		
N° SIREN		
Code APE-NAF		
Adresse	Rue	
	Code postal et ville	
Pays		
Nationalité		
N° de téléphone (facultatif)		
N° de télécopie (facultatif)		
Adresse électronique (facultatif)		
<b>10 SIGNATURE DU DEMANDEUR</b> <b>OU DU MANDATAIRE</b> <b>(Nom et qualité du signataire)</b>		 Daniel RAMEY Mandataire (CPI-92-1208)
		VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI
		MARTIN

**Générateur thermoélectrique à semi-conducteurs et ses  
procédés de fabrication**

La présente invention concerne un générateur  
5 thermoélectrique à semi-conducteurs et des procédés  
de fabrication de ce générateur.

Il est connu depuis longtemps de former des  
thermocouples en réunissant à leurs extrémités, en  
général par soudure, des fils électroconducteurs de  
10 deux natures différentes et de relier en série un  
grand nombre de thermocouples dont les jonctions se  
trouvent alternativement d'un côté et de l'autre de  
l'ensemble de fils. Par chauffage des jonctions  
situées d'un côté et/ou par refroidissement des  
15 jonctions situées de l'autre côté, on génère aux  
bornes de l'ensemble de thermocouples une force  
électromotrice qui dépend, entre autres, de la  
différence de température entre les jonctions chaudes  
et les jonctions froides et du nombre de ces  
20 jonctions. La puissance électrique produite par ce  
générateur pour l'alimentation d'une charge varie  
comme le carré de la force électromotrice et comme  
l'inverse du carré de la résistance interne du  
générateur, c'est-à-dire de la résistance électrique  
25 de l'ensemble des thermocouples.

Le flux thermique qui passe à travers le  
générateur des jonctions chaudes vers les jonctions  
froides peut être plus ou moins important, en  
fonction de la conductivité thermique des  
30 thermocouples et de celle du matériau qui les entoure  
et les protège, des surfaces de captation ou de  
dissipation de chaleur associées aux jonctions  
chaudes et aux jonctions froides, etc. Lorsque l'on  
veut réduire ce flux thermique, conserver une  
35 différence de température élevée entre les jonctions

chaudes et les jonctions froides et conserver ou augmenter la puissance électrique utile produite, on ne peut se contenter de réduire la section des fils électro-conducteurs formant les thermocouples, car cela se traduirait par une augmentation de la résistance électrique interne du générateur et par une diminution de la puissance électrique utile produite.

On a donc cherché à utiliser des matériaux ayant une conductivité thermique inférieure à celle des fils métalliques des thermocouples et on a notamment proposé de les remplacer par des éléments semi-conducteurs de type p et de type n, qui sont reliés entre eux à leurs extrémités pour former un ensemble de thermocouples connectés en série. Ces thermocouples à semi-conducteurs ont un pouvoir thermoélectrique nettement supérieur à celui des fils métalliques électroconducteurs, ce qui permet d'augmenter assez fortement le rendement et la puissance électrique utile du générateur pour les mêmes conditions de différence de température entre les jonctions chaudes et les jonctions froides.

Toutefois, les générateurs connus à semi-conducteurs utilisent des composants qui sont coûteux et n'ont pu jusqu'à présent être fabriqués de façon rapide, fiable et économique.

La présente invention a notamment pour but d'apporter une solution simple, efficace et bon marché à ces problèmes.

Elle propose à cet effet un générateur thermoélectrique à semi-conducteurs comprenant une pluralité d'éléments semi-conducteurs de type n et de type p disposés en alternance et reliés deux à deux à leurs extrémités pour former une pluralité de thermocouples sur deux faces opposées du générateur,

caractérisé en ce que lesdits éléments sont des couches minces de céramiques semi-conductrices polycristallines déposées sur un support diélectrique thermiquement isolant et fixées à ce support par frittage.

Le générateur selon l'invention présente un certain nombre d'avantages par rapport à la technique antérieure :

10 - les thermocouples sont en matériau semi-conducteur et ont un pouvoir thermoélectrique très supérieur à celui des thermocouples en fils métalliques électroconducteurs,

15 - les éléments semi-conducteurs du générateur sont des couches minces et peuvent être de faible longueur, ce qui permet de miniaturiser le générateur selon l'invention,

20 - les éléments semi-conducteurs sont des céramiques polycristallines bon marché, leurs prix étant généralement inférieurs à ceux des métaux et leur mise en oeuvre faisant appel à des techniques peu coûteuses, par exemple de sérigraphie, de coulage en bandes, d'imprégnation, etc.

25 - la conductivité thermique de ces céramiques semi-conductrices polycristallines est très inférieure à celle des métaux.

Selon une autre caractéristique de l'invention, le support précité est en céramique, et de préférence à structure microporeuse.

30 Ce support est compatible avec les éléments semi-conducteurs utilisés et sa microporosité réduit sa conductivité thermique.

35 Plusieurs générateurs selon l'invention peuvent être associés en série et/ou en parallèle pour l'alimentation d'une charge donnée. Par exemple, un générateur peut être formé d'une pluralité de

supports précités portant des éléments semi-conducteurs en céramiques polycristallines, les éléments semi-conducteurs d'un support étant reliés en série entre eux et étant reliés en série ou en parallèle aux éléments semi-conducteurs d'un autre support.

Ces supports peuvent être par exemple en forme de cylindres, de bandes, de rondelles ou de demi-rondelles. Ils peuvent être plans ou avoir des formes gauches.

L'invention propose également un procédé de fabrication d'un générateur thermoélectrique du type précité, ce procédé étant caractérisé en ce qu'il consiste à déposer des couches minces de céramiques semi-conductrices sur un support diélectrique en céramique, puis à fritter les céramiques semi-conductrices par élévation de température pour les fixer sur le support diélectrique.

Avantageusement, dans une première forme de réalisation, ce procédé consiste à former les couches minces précitées par dépôt par sérigraphie sur le support de suspensions de poudres de céramique semi-conductrice dans un liquide.

Ce dépôt par sérigraphie est rapide et relativement précis et bien adapté à des fabrications économiques en grande série.

Le frittage est ensuite réalisé de façon classique, par passage dans un four.

Dans une variante de réalisation, ce procédé consiste à déposer des poudres de céramiques semi-conductrices sur le support diélectrique, à utiliser un faisceau laser à balayage piloté pour simultanément fixer des motifs en céramiques semi-conductrices sur le support et fritter les céramiques

semi-conductrices, puis à retirer du support l'excès de poudres de céramiques semi-conductrices.

On peut procéder de cette façon pour le dépôt et le frittage des céramiques semi-conductrices de type 5 n et recommencer pour le dépôt et le frittage des céramiques semi-conductrices de type p.

Dans une autre variante de réalisation de l'invention, le support diélectrique est une bande textile imprégnée d'une suspension de céramique 10 diélectrique, sur laquelle on dépose par sérigraphie des motifs en couches minces de céramiques semi-conductrices polycristallines, après quoi on enroule la bande sur elle-même et on place la bande enroulée dans un four pour fritter les céramiques et pour 15 brûler la bande textile afin de donner une structure poreuse au support céramique.

Avantageusement, après enroulement de la bande et avant de la mettre dans un four, on forme sur une face d'extrémité de la bande enroulée des liaisons 20 électriques entre des extrémités des motifs formés en céramiques semi-conductrices, ces liaisons étant réalisées par dépôt de matières conductrices telles que des encres ou des pâtes conductrices ou encore au moyen de brasures métalliques.

En variante, on peut former une bande de céramique diélectrique par coulée, puis déposer sur cette bande par sérigraphie des couches de céramiques semi-conductrices polycristallines.

Dans une autre variante, les couches minces de 30 céramiques semi-conductrices polycristallines sont formées sur le support diélectrique par des moyens qui sont utilisés de façon classique pour la fabrication de circuits électroniques, tels par exemple que la déposition en phase vapeur (CVD ou

Chemical Vapor Deposition en terminologie anglo-saxonne).

De façon générale, l'invention permet de réaliser des générateurs thermoélectriques qui sont susceptibles de fournir des puissances électriques utiles relativement élevées, qui sont utilisables avec des températures extrêmes, et qui sont réalisables à bon marché par mise en oeuvre de techniques simples, rapides et économiques.

10

L'invention sera mieux comprise et d'autres caractéristiques, détails et avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement à la lecture de la description qui suit, faite à titre d'exemple en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique partielle, à grand échelle, d'un élément d'un générateur selon l'invention ;
- la figure 2 est une vue en coupe selon la ligne II-II de la figure 1 ;
- la figure 3 est une vue correspondant à la figure 1 et représente une variante de réalisation ;
- la figure 4 est une vue schématique en coupe transversale d'un générateur selon l'invention ;
- la figure 5 est une vue de dessus du générateur de la figure 4 ;
- la figure 6 illustre schématiquement un procédé de fabrication d'un générateur selon l'invention ; et
- la figure 7 représente schématiquement un autre procédé de réalisation.

On se réfère d'abord aux figures 1 et 2, dans lesquelles on a représenté un composant d'un générateur thermoélectrique selon l'invention, ce

composant comprenant un support 10 en matériau diélectrique et thermiquement isolant, tel que de préférence une plaquette de céramique, dont une face porte des éléments 12, 14 semi-conducteurs de type n et de type p respectivement, qui sont disposés en alternance et reliés en série les uns aux autres pour former des thermocouples à leurs jonctions 16.

Dans l'exemple représenté, chaque élément 12, 14 comprend une barre rectiligne 18 qui s'étend transversalement par rapport à la direction longitudinale du support 10, et deux barres perpendiculaires 20, 22 à ses extrémités, ces deux barres étant orientées en sens inverse l'une de l'autre.

Chaque élément 12, 14 pourrait bien entendu avoir une forme différente, pour peu qu'il s'étende d'un bord transversal à l'autre du support 10. Ces éléments 12, 14 sont des couches minces de céramique semi-conductrices polycristallines à dopage de type n et dopage de type p respectivement, qui sont par exemple déposées par sérigraphie sur le support 10 et qui sont ensuite soumises à un traitement thermique de frittage, permettant de les solidifier et de les fixer sur le support 10.

Typiquement, les éléments semi-conducteurs 12, 14 ont une épaisseur inférieure à 2 millimètres, par exemple comprise entre 0,04 et 1 ou 2 millimètres, et des longueurs relativement variables, par exemple de quelques millimètres à quelques centimètres.

Les jonctions 16 qui sont formées entre les éléments semi-conducteurs 12, 14 sont alternativement d'un côté et de l'autre d'un axe longitudinal médian du support 10, pour former les jonctions chaudes et les jonctions froides respectivement des thermocouples.

On peut utiliser pour former ces éléments semi-conducteurs 12, 14, tous types de céramiques, c'est-à-dire tous les matériaux qui ne sont pas des métaux et des composés organiques, ces matériaux comprenant 5 notamment les oxydes, les carbures, les nitrures, les borures, les siliciures, ..., ainsi que tous les composés minéraux.

Ces céramiques sont dopées de façon appropriée pour former les éléments semi-conducteurs 12, 14, 10 d'une façon connue de l'homme du métier. On peut utiliser par exemple des oxydes de fer dopés au nickel, au germanium, au zirconium, ..., des oxydes de chrome dopés au fer, des oxydes d'étain, des siliciures de fer, des siliciures de molybdène, des 15 carbures de silicium ou de tungstène, des titanates, etc.

Tous ces matériaux ont des prix en général inférieurs à ceux des métaux.

Le support 10 est réalisable en toute céramique 20 diélectrique, par exemple du type utilisé pour la fabrication des circuits électroniques hybrides, c'est-à-dire en alumine frittée ou en nitrure d'aluminium par exemple, ou encore en stéatite, en cordiérite, en porcelaine, etc., qui sont moins 25 coûteuses et ont des performances diélectriques moins bonnes que l'alumine frittée ou le nitrure d'aluminium, mais néanmoins suffisantes pour les tensions produites dans un générateur thermoélectrique.

30 De préférence, la céramique du support 10 est poreuse ou microporeuse, pour réduire la conductivité thermique et diminuer le flux thermique par conduction entre la face chaude et la face froide du générateur. Les céramiques du support 10 et des 35 éléments semi-conducteurs 12, 14 doivent être

compatibles, pour que leur adhérence soit suffisante et que la diffusion chimique entre eux soit faible. Il est bien entendu possible de prévoir une barrière de diffusion, par exemple en zircone ou en zircon, 5 entre le support 10 et les éléments semi-conducteurs 12,14, pour éviter tout risque de diffusion.

Par ailleurs, les matériaux du support et des éléments semi-conducteurs seront choisis pour avoir des coefficients de dilatation thermique de 10 préférence sensiblement identiques ou voisins, afin d'éviter des contraintes thermiques importantes dans les composants du générateur au cours de son utilisation.

Les céramiques semi-conductrices 15 polycristallines utilisées pour former les éléments 12, 14 ont l'avantage d'avoir une résistivité électrique qui diminue avec la température. Grâce à cette caractéristique, la résistance électrique interne du générateur selon l'invention peut être 20 relativement faible à température élevée.

Par ailleurs, et comme représenté schématiquement en figure 3, on peut donner aux éléments semi-conducteurs 12, 14 une géométrie qui contrebalance l'influence de l'augmentation de la résistivité électrique à basse température, en augmentant la section transversale des éléments semi-conducteurs 12, 14 du côté des jonctions froides c'est-à-dire du côté du bord supérieur du support 10 en figure 3.

30 Les figures 4 et 5 sont des vues schématiques d'un générateur comprenant plusieurs composants du type de ceux représentés aux figures 1 à 3, ces composants étant empilés de telle sorte que les éléments semi-conducteurs 12, 14 portés par un support 10 sont recouverts par un autre support 10 de 35

même type et de même dimension. Le nombre de supports 10 est supérieur d'une unité à celui des composants, pour que les éléments semi-conducteurs de tous les composants soient recouverts par un support 10 diélectrique.

Lorsque cet empilage est réalisé, on peut former des liaisons électriques entre les éléments semi-conducteurs des différents composants. En particulier, comme représenté aux figures 4 et 5, lorsque tous les éléments semi-conducteurs d'un composant sont reliés en série entre eux, on peut relier les éléments semi-conducteurs des différents composants en parallèle au moyen de deux bandes de liaison 24 de matière électroconductrice, qui sont posées sur la face d'extrémité de l'empilement comportant les jonctions froides et qui sont en contact avec celles-ci à une extrémité et à l'autre de l'ensemble des éléments semi-conducteurs portés par chaque composant.

Ces bandes de liaison 24 sont formées par exemple par dépôt par sérigraphie d'une encre électroconductrice, telle qu'une laque d'argent ou encore par une brasure métallique.

Ces bandes de liaison peuvent être prolongées pour former des bornes de liaison à un circuit électrique.

Comme indiqué ci-dessus, les composants d'un générateur thermoélectrique sont formés par dépôt par sérigraphie des éléments semi-conducteurs 12, 14 sur un support 10 en céramique diélectrique, puis par frittage.

Un autre procédé de fabrication est illustré schématiquement en figure 6.

Il consiste pour l'essentiel à imprégner une bande textile 30 d'un type quelconque, d'une

5 suspension de céramique diélectrique (appelée barbotine) en faisant passer la bande textile 30 dans une cuve ou dans un bac 32 contenant une suspension 34 de céramique diélectrique, la bande textile 10 imprégnée de barbotine qui sort du bac 32 étant éventuellement séchée partiellement pour avoir une consistance plastique. Des motifs en céramiques semi-conductrices polycristallines sont ensuite formés par 15 sérigraphie sur la face supérieure de la bande textile 30, au moyen des écrans rotatifs 36. On utilise pour cela des encres sérigraphiques contenant une suspension de céramiques semi-conductrices polycristallines en poudre.

15 Un premier écran rotatif 36 permet de former les éléments semi-conducteurs 12 de type n sur la face supérieure de la bande textile 30, puis un second écran rotatif 36 permet de former les éléments semi-conducteurs 14 de type p sur cette bande textile 30, les éléments 12, 14 étant réunis entre eux à leurs 20 extrémités pour former les jonctions précitées.

25 Des bandes de liaison peuvent également être formées par sérigraphie sur la bande 30 du côté des jonction froides. Ensuite, on enroule la bande 30 sur elle-même comme représenté en 38. Des bandes de liaison en parallèle de différents ensembles d'éléments semi-conducteurs peuvent alors être formées sur la face d'extrémité de la bobine qui porte les jonctions froides, par dépôt d'une encre conductrice ou par une brasure métallique.

30 La bande enroulée est ensuite placée dans un four pour le frittage. Au cours de ce frittage, la bande textile 30 brûle et améliore la résistance thermique de la couche diélectrique par création d'une porosité correspondant au volume occupé par les

fils textiles. Le générateur ainsi obtenu a alors une forme générale cylindrique.

En variante, on peut former une bande de matière diélectrique par une technique de coulage. Après 5 séchage partiel, les éléments semi-conducteurs sont déposés sur cette bande par sérigraphie au moyen d'écrans plats.

En figure 7, on a représenté schématiquement un autre procédé de fabrication d'un générateur selon 10 l'invention, qui met en oeuvre une technique décrite dans le document W099/29519. Cette technique consiste à déposer sur un support 10 en céramique diélectrique une couche 40 d'une céramique semi-conductrice polycristalline en poudre, au moyen d'un dispositif approprié 42, puis à former sur le support 10 un motif correspondant aux éléments semi-conducteurs 12 (ou 14) précités et à simultanément fritter ce motif au moyen d'un faisceau laser 44 dont on peut piloter le balayage à vitesse relativement élevée selon deux 15 axes perpendiculaires. Ensuite, un dispositif approprié 46 permet de retirer la poudre céramique semi-conductrice en excès, en laissant sur la surface du support 10 les éléments semi-conducteurs 12 (ou 14) précités. On procède donc de cette façon, une 20 fois avec de la poudre de céramique semi-conductrice de type n et une fois avec de la poudre de céramique semi-conductrice de type p.

On peut également utiliser des procédés classiques de fabrication de composants électroniques 30 hybrides, tels que la déposition en phase vapeur (CVD) pour former les couches minces semi-conductrices sur le support 10.

## REVENDICATIONS

1 - Générateur thermoélectrique à semi-conducteurs comprenant une pluralité d'éléments semi-conducteurs (12, 14) de type n et de type p disposés en alternance et reliés deux à deux à leurs extrémités pour former une pluralité de thermocouples (16) sur deux faces opposées du générateur, caractérisé en ce que lesdits éléments (12, 14) sont des couches minces de céramiques semi-conductrices polycristallines déposées sur un support diélectrique (10) thermiquement isolant et fixées à ce support par frittage.

2 - Générateur selon la revendication 1, caractérisé en ce que le support (10) est en céramique.

3 - Générateur selon la revendication 2, caractérisé en ce que le support (10) est à structure microporeuse.

4 - Générateur selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les céramiques semi-conductrices ont des épaisseurs inférieures à 2 millimètres et par exemple comprises entre 0,04 et 1 ou 2 millimètres environ.

5 - Générateur selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les éléments semi-conducteurs (12, 14) déposés sur le support (10) sont reliés en série et/ou en parallèle.

6 - Générateur selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend une

5 pluralité de supports (10) superposés portant des éléments semi-conducteurs (12, 14), les éléments semi-conducteurs d'un support (10) étant reliés en série entre eux et étant reliés en série ou en parallèle aux éléments semi-conducteurs (12, 14) d'un autre support (10).

10 7 - Générateur selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les supports (10) sont en forme de bandes, de cylindres, de rondelles ou de demi-rondelles.

15 8 - Procédé de fabrication d'un générateur thermoélectrique à semi-conducteurs du type décrit dans l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il consiste à déposer des couches minces de céramiques semi-conductrices polycristallines (12, 14) sur un support diélectrique (10) en céramique, puis à fritter les céramiques 20 semi-conductrices (12, 14) par élévation de température pour les fixer sur le support diélectrique.

25 9 - Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'il consiste à former les couches minces par dépôt par sérigraphie sur le support (10) d'une suspension de poudre de céramique semi-conductrice dans un liquide.

30 10 - Procédé selon la revendication 8 ou 9, caractérisé en ce que le frittage est réalisé par passage du support diélectrique (10) dans un four.

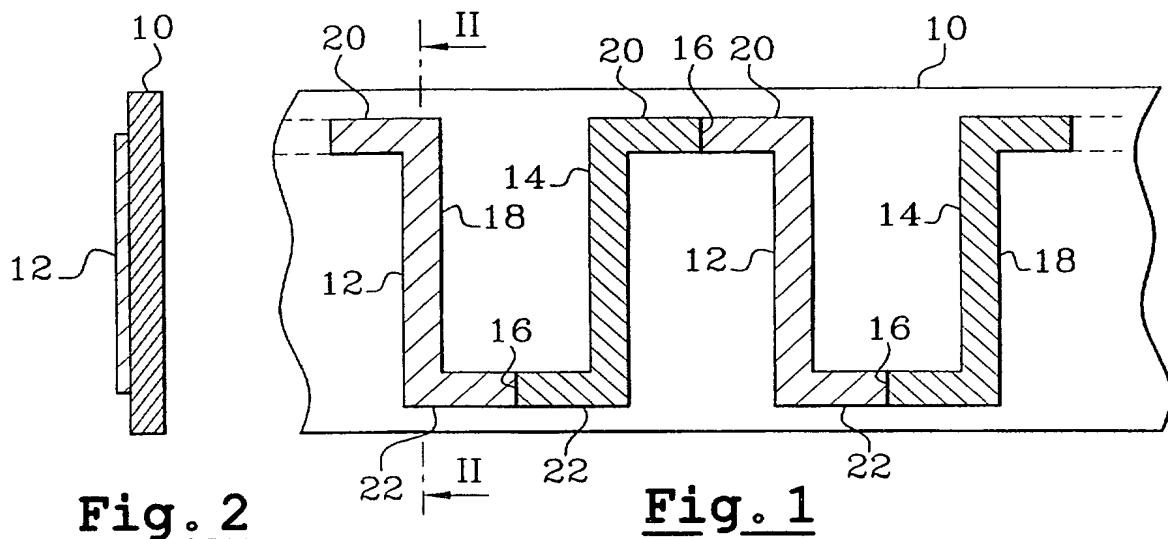
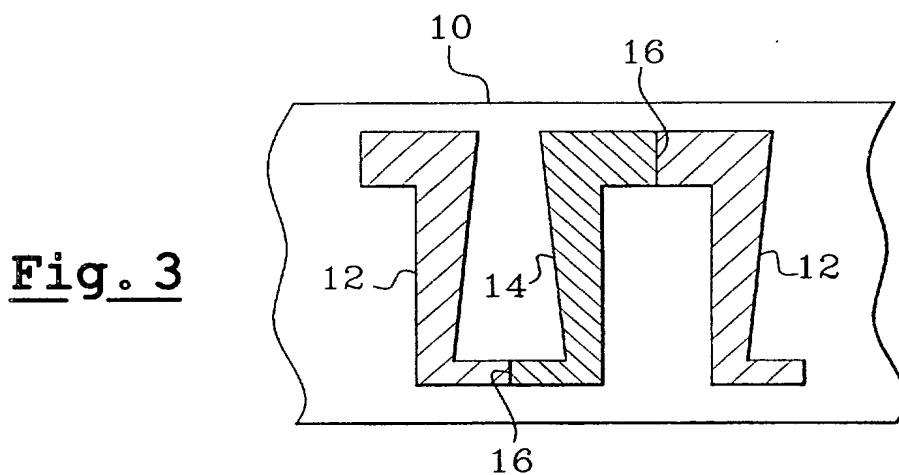
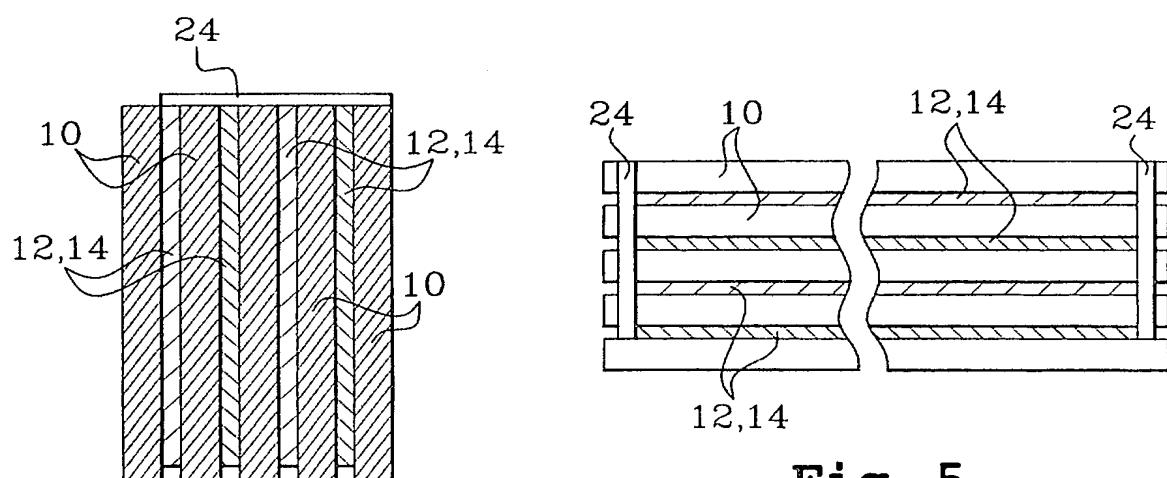
35 11 - Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'il consiste à déposer des

5 poudres de céramiques semi-conductrices sur le support diélectrique, à utiliser un faisceau laser (42) à balayage piloté pour simultanément fixer un motif en céramiques semi-conductrices sur le support (10) et pour fritter les céramiques semi-conductrices de ce motif, puis à retirer du support (10) l'excès de poudres de céramiques semi-conductrices.

10 12 - Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que le support diélectrique est une bande textile (30) imprégnée d'une suspension de céramique diélectrique (34), sur laquelle on dépose par sérigraphie des motifs (12, 14) de céramiques semi-conductrices polycristallines, après quoi on 15 enroule la bande (30) sur elle-même et on place la bande enroulée (38) dans un four pour fritter les céramiques et pour brûler la bande textile (30) afin de donner une structure poreuse au support céramique.

20 13 - Procédé selon la revendication 12, caractérisé en ce qu'après enroulement de la bande et avant passage de la bande enroulée (38) dans un four, on forme sur une face d'extrémité de la bande enroulée des liaisons entre des extrémités des motifs 25 (12, 14) en céramiques semi-conductrices, ces liaisons étant réalisées par dépôt de matières conductrices telles que des encres ou des pâtes conductrices ou par des brasures métalliques.

30 14 - Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'il consiste à former les couches minces de céramiques semi-conductrices (12, 14) sur le support diélectrique (10) par des moyens utilisés pour la fabrication de circuits électroniques, tels 35 par exemple que la déposition en phase vapeur.

Fig. 2Fig. 1Fig. 3Fig. 4Fig. 5

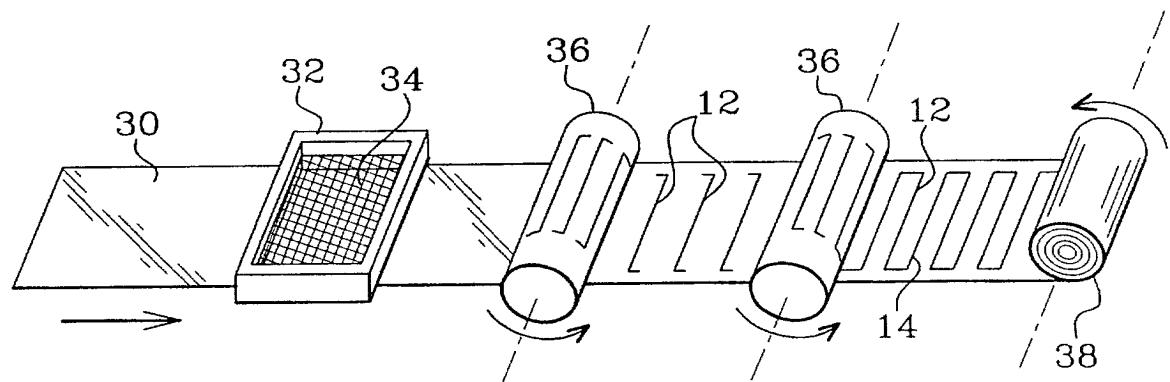


Fig. 6

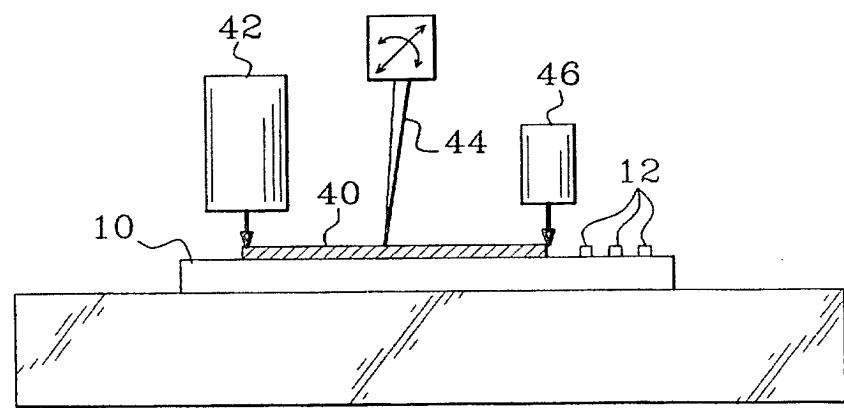


Fig. 7

## DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08  
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54

## BREVET D'INVENTION

## CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

## DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° .1. / .1.

(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 W /260899

Vos références pour ce dossier (facultatif)	SD/SERRASIFP4		
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL	01037.19		
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)			
<b>Générateur thermoélectrique à semi-conducteurs et ses procédés de fabrication</b>			
LE(S) DEMANDEUR(S) :			
- Edouard SERRAS 38 bis Boulevard d'Argenson 92200 NEUILLY SUR SEINE - INSTITUT FRANCAIS DU PETROLE 1 et 4, avenue de Bois-Préau 92852 Rueil-Malmaison Cedex			
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) : (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).			
Nom		SERRAS	
Prénoms		Edouard	
Adresse	Rue	38 bis Boulevard d'Argenson	
	Code postal et ville	92200	Neuilly sur Seine
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom		GAILLARD	
Prénoms		Jean-Marie	
Adresse	Rue	29 ter rue du 19 mars 1962	
	Code postal et ville	87100	LIMOGES
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom		FLAMENT	
Prénoms		Patrick	
Adresse	Rue	37, allée de la Forêt	
	Code postal et ville	78610	AUFFARGIS
Société d'appartenance (facultatif)			
DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)		 Daniel RAMEY Mandataire (CPI/92-1208)	
		le 16 mars 2001	

